

Klinik für Neonatologie
Universitätsspital Zürich
Direktor: Prof. Dr. med. H. U. Bucher

Arbeit unter Leitung von Dr. med. D. Quandt

**Verbesserung der Visualisierung von Magensondenplatzierungen bei Früh-
und Neugeborenen in Standardröntgenaufnahmen des Thorax**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde der Medizinischen Fakultät
der Universität Zürich

vorgelegt von
Egil August Brøns
von Bure JU

Genehmigt auf Antrag von Prof. Dr. med. H. U. Bucher
Zürich 2011

INHALTSVERZEICHNIS

1. ZUSAMMENFASSUNG	4
2. EINLEITUNG	6
2.1. MAGENSONDEN ZUR ERNÄHRUNG FRÜH- UND NEUGEBORENER	6
2.2. LÄNGENABMESSUNG VON MAGENSONDEN UND DEREN EINLAGE BEI FRÜH- UND NEUGEBORENEEN	8
2.3. UNTERSCHIEDLICHE „BEDSIDE“-TESTVERFAHREN ZUR LAGEBESTIMMUNG DER MAGENSONDEN.....	10
2.3.1. Pflegediagnostischer Prozess	10
2.3.2. Auskultation.....	11
2.3.3. Inspektion des Magenaspirates	11
2.3.4. pH-Bestimmung aus dem Magenaspirat.....	12
2.3.5. CO ₂ -Messung (Kapnometrie)	12
2.3.6. Sonografische Darstellung	12
2.3.7. Radiologische Darstellung.....	13
3. FRAGESTELLUNG DER STUDIE	15
4. MATERIAL UND METHODEN.....	17
4.1. PROBANDEN.....	17
4.2. VERWENDETE MAGENSONDEN	17
4.3. DIE RÖNTGENUNTERSUCHUNG	18
4.4. DURCHGEFÜHRTE INTERVENTION	18
4.5. DOKUMENTATION DER SONDENLAGE.....	18
4.5.1. Beurteilungssystem	19
5. RESULTATE.....	23
5.1. ANALYSIERTE RÖNTGENBILDER	23
5.2. ANALYSE BEZÜGLICH PROBANDENKOLLEKTIV	23
5.2.1. Geschlecht	23
5.2.2. Alter.....	23
5.2.3. Gewicht	25
5.2.4. Sondenweg	25
5.2.5. Intubation	25
5.3. BEOBACHTETE SONDENPOSITIONEN	26
5.4. EINFLUSSFAKTOREN AUF DIE SONDENLAGE.....	27
5.5. BLUTIGE MAGENRESTE	28
5.6. KOMPLIKATIONEN	29
5.7. INTRA- UND INTERRATER RELIABILITÄT	29
6. DISKUSSION.....	30
6.1. VERBESSERUNG DER VISUALISIERUNG VON MAGENSONDENLAGEN DURCH DIE VORGENOMMENE INTERVENTION	30
6.2. KORRELATION ZWISCHEN SONDENLAGE UND DEN UNTERSUCHTEN EINFLUSSFAKTOREN.....	30
6.3. KORRELATION ZWISCHEN BLUTIGEM MAGENREST UND ZU TIEFER SONDENLAGE.	31
6.4. AUSBLICK.....	32
7. SCHLUSSFOLGERUNG	34
8. LITERATURVERZEICHNIS	35
9. ANHANG	39
9.1. DOKUMENTATIONSFORMULAR.....	39
9.2. WEITERE BEOBACHTETE SONDENPOSITIONEN.....	40

10. DANKSAGUNG	41
11. CURRICULUM VITAE DES AUTORS	42

1. ZUSAMMENFASSUNG

Einleitung: Die Ernährung oder Applikation von Medikamenten über eine oro- oder nasogastrisch installierte Magensonde stellt einen wichtigen Bestandteil in der Pflege und Therapie vieler Früh- und Neugeborener dar.

Bleiben falsch liegende Magensonden unentdeckt, können schwerwiegende Komplikationen für die Patienten auftreten. Die Erfassung einer korrekten und somit komplikationsarmen Sondenposition ist dabei von eminenter Wichtigkeit, da aufgrund der häufigen Verwendung von Magensonden bei Früh- und Termingeborenen bereits bei geringen prozentualen Komplikationsraten eine grosse Anzahl von Patienten betroffen ist.

Als Goldstandard zur Bestimmung der Sondenlage bei Früh- und Neugeborenen gilt die klassische antero-posteriore (a.-p.) Röntgenuntersuchung. Sie ist diversen „bedside-Testverfahren“, die alleine angewendet allesamt eine unzureichende Sensitivität und Spezifität aufweisen klar überlegen. Eine dieser Studie vorangegangenen Untersuchung von Magensondenpositionen im Thoraxröntgenbild bei Früh- und Neugeborenen konnte aufzeigen, dass 59% der Untersuchungen eine korrekturbedürftige Sondenlage aufweisen und dass in 21% der angefertigten Röntgenbilder keine sichere Aussage bezüglich Sondenposition gemacht werden kann. In der genannten Studie wurde die Abwesenheit einer physiologischen Ansammlung von Luft im Magenumen als eine mögliche Erklärung für die Nichtbeurteilbarkeit der Sondenpositionen im konventionell radiologischen Bild postuliert.

Fragestellung der Studie: Im Rahmen der vorliegenden Studie sollte untersucht werden, ob durch das Insufflieren von 5 bis 10 ml Luft via Magensonde unmittelbar vor dem Anfertigen eines a.-p. Röntgenbildes die Beurteilbarkeit bezüglich der Sondenpositionen verbessert werden kann. Von weiterem Interesse waren die gefundenen Sondenpositionen, deren Häufigkeiten und die Untersuchung möglicher Einflussfaktoren für die einzelnen Sondenpositionen.

Methoden: In einer prospektiven Interventionsstudie wurden zwischen Februar und Oktober 2008 insgesamt 153 Röntgenbildern von 105 Neugeborenen mit einem Gestationsalter zwischen 25. und 42. Schwangerschaftswochen untersucht. Dabei wurde den Probanden unmittelbar vor der Aufnahme eines a.-p. Röntgenbildes zwischen 5 und 10 ml Luft über eine bereits liegende oro- oder nasogastrale Magensonde insuffliert und das Vorkommen der verschiedenen Sondenpositionen anhand eines Beurteilungssystems mit 5 möglichen Positionsangaben beschrieben.

Resultate: Nach Insufflation von Luft via Magensonde konnte in 95% (n= 145) der

Röntgenbilder eine sichere Aussage bezüglich Sondenlage gemacht werden. Die komplikationslos verlaufene Untersuchung ergab eine Inzidenz an Fehllagen von 53%. In 50 Fällen war die Magensonde zu weit und 27 war die Magensonde nicht weit genug in den Verdauungstrakt vorgeschoben worden. Bei 21 Patienten (= 14%) wurden im Rahmen der Untersuchungen blutig-tingierte Magenreste vorgefunden. Von diesen hatten 64% eine Magensonde deren Spitze an bzw. nahe der grossen Kurvatur des Magens beobachtet wurde.

Schlussfolgerung: Die Insufflation von Luft als Kontrastmittel im klassischen a.p. Röntgenbild von Früh- und Neugeborenen kann die Aussagekraft bezüglich Magensondenposition verbessern und ist einfach und sicher durchführbar. Die Assoziation von blutig-tingierten Magenresten und zu tief liegenden Magensondenpositionen rechtfertigt diese Magensondenposition als korrekturbedürftig anzusehen, da eine mechanische Läsion durch eine zu tief liegende Magensonde denkbar erscheint.

In zukünftigen Studien sollten weitere Untersuchungen, insbesondere die Längenabmessung von Magensonden, sowie die Möglichkeit aussagekräftiger, nichtinvasiver Untersuchungsmethoden für die Lagebestimmung von Magensonden bei Früh- und Neugeborenen durchgeführt werden. Dabei sollte auch dem Pathomechanismus von blutigen Magenresten Aufmerksamkeit geschenkt werden.

2. EINLEITUNG

2.1. Magensonden zur Ernährung Früh- und Neugeborener

Als Indikation für die enterale Ernährung über eine oro- oder nasogastrische Magensonde ist neben unterschiedlichen Erkrankungen Früh- und Neugeborener (z.B. muskuläre Hypotonie, primär neurologische Erkrankungen, schwere Hirnblutungen des Frühgeborenen, Status nach peripartaler Asphyxie), die mit einer Trinkschwäche einhergehen auch die neurologische Unreife frühgeborener Kinder vor ca. der 32. Schwangerschaftswoche (SSW) zu nennen [1, 2, 3]. Diese Frühgeborenen sind trotz vorhandenem Saugreflex meist nicht in der Lage den komplexen Vorgang des mit der Atmung koordinierten Saug- und Schluckaktes durchzuführen.

Die teilweise oder komplette enterale Ernährung via Magensonde ist somit bei einer grossen Zahl der Patienten im Früh- und Neugeborenenalter indiziert und stellt einen wichtigen Bestandteil des neonatalen Ernährungs- und Therapiekonzeptes dar [4]. In den allermeisten Fällen ist die Durchführung einer solchen enteralen Ernährung via Magensonde unkompliziert und ihr Verlauf komplikationslos.

Da aber insbesondere auf Früh- und Neugeborenenintensivstationen eine grosse Anzahl Patienten für eine gewisse Zeit mindestens eine teilweise Ernährung via oro- oder nasogastrischer Magensonde erhalten, ist auch bei geringer prozentualer Komplikationsrate im Zusammenhang mit einer Magensondenernährung eine hohe Anzahl Patienten betroffen. Dieser Umstand räumt der Vermeidung Magensonden-assoziiierter Komplikationen einen hohen Stellenwert ein [4, 5].

In der Literatur sind diverse für die Patienten mehr oder weniger gefährliche Komplikationen beschrieben, die aus fehlerhaft platzierten Magensonden resultierten [6-17]. Meist handelt es sich dabei um Einzelfallbeschreibungen [6-11].

Hinsichtlich der Komplikationen stellt die versehentliche Applikation in den Respirationstrakt des Patienten die häufigste schwerwiegende Komplikation dar, welche in der Literatur beschrieben ist. Bleibt dieser Zustand unentdeckt und wird über die falsch liegende Magensonde ernährt, kann sich eine Aspirationspneumonie oder ein Pneumothorax mit schwerwiegenden Folgen für den Patienten entwickeln [6, 12-15].

Bereits eine korrekt liegende Magensonde erhöht das Risiko einer Aspiration von

Mageninhalt [16]. Die Lage der Magensondenspitze im Oesophagus des Patienten erhöht zusätzlich signifikant das Aspirationsrisiko und die daraus entstehenden Folgen [12, 16, 17]. Auch das Risiko eines gastroösophagealen Reflux von Sondennahrung ist bei zu hoher Sondenlage gesteigert.

Die Rolle der postpylorisch liegenden Magensonde wird in der Literatur kontrovers diskutiert [18]. Es wird postuliert, dass eine zu tiefe Magensondenlage die Schleimhaut der grossen Curvatur des Magens mechanisch schädigen kann, was konsekutiv zu einer erhöhten Morbidität des Patienten führt [19]. Des Weiteren sind in der Literatur seltener auftretende Komplikationen beschrieben, wie beispielsweise die Perforation des Oesophagus oder die Einlage einer Magensonde in die Tuba Eustachii oder via vorbestehendem Frakturspalt in das Gehirn eines Patienten [7, 8, 20].

Diese seltenen, schweren Komplikationen bringen für die betroffenen Individuen unterschiedlich gravierende Folgen mit sich oder können sogar kausal mit dem Tod des Patienten in Verbindung gebracht werden [4, 12].

Aus der Schilderung möglicher Komplikationen im Zusammenhang mit der Magensondenlage ergibt sich die Wichtigkeit einer korrekten Applikation der Magensonden. Voraussetzung für eine korrekte Applikation und damit das Erreichen einer optimalen Sondenlage ist die Längenabmessung vor Einlage der Sonde, welche im Folgenden geschildert werden soll.

2.2. Längenabmessung von Magensonden und deren Einlage bei Früh- und Neugeborenen

Um beim individuellen Patienten die passende Sondenlänge zu bestimmen sind in der Literatur mehrere Methoden beschrieben [4, 21-24].

Im klinischen Alltag haben sich aus praktischen Gründen die NEX-Methode (Nose-Ear-Xiphoid-Methode) und die MEX-Methode (Mouth-Ear-Xiphoid-Methode) zur Bestimmung der benötigten Sondenlänge durchgesetzt [25]. Dabei wird die Sondenspitze beim auf dem Rücken liegenden Kind (Kopfposition in Neutral-Null-Stellung) je nach Applikationsweg am Ursprung der Nasolabialfalte (bei nasogastraler Applikation) oder Mundwinkel (bei orogastraler Applikation) platziert und zum ipsilateralen Lobulus auriculæ gelegt. Von dort aus wird der Abstand bis zum Xiphoid des Kindes bestimmt und diese Länge auf der Sonde markiert. Es wird davon ausgegangen, dass durch diese Abmessung die Öffnung der Magensonde in der Magenregion zu liegen kommt.

Die markierte Sonde wird mit Wasser lubriziert und blind oro- oder nasogastrisch eingeführt.

Abb. 2.1.: Abmessung des Abstandes zwischen Ohrläppchen und Ursprung der Nasolabialfalte.



Abb. 2.2.: Abmessung des Abstandes zwischen Ohrläppchen und Mundwinkel.



Abb. 2.3.: Abmessung des Abstandes zwischen Nase und Xiphoidspitze.



Abb. 2.4.: Abmessungsweg am Beispiel einer nasogastrisch zu liegen kommender Magensonde (aus Gründen der Übersicht weicht der Kopf des abgebildeten Kindes aus der Neutral-Null-Stellung ab).



Obwohl sich die NEX- und MEX-Methode zur Längenabmessung vor Sondeneinlage in den meisten Zentren durchgesetzt hat, wird die Genauigkeit der Längenabmessung in der Literatur kritisch diskutiert [4, 22].

Dabei werden alternativ zu den beschriebenen Methoden altersspezifische Methoden, bei welchen die Sondenlänge mit Hilfe von Patientengröße und –alter berechnet werden, als der NEX-Methode überlegen beschrieben. In der Neonatologie gibt es bisher allerdings keine anderen etablierten Abmessungsverfahren, welche auf alters- und gewichtsspezifischen Parametern basieren.

2.3. Unterschiedliche „bedside“-Testverfahren zur Lagebestimmung der Magensonden

Zur Evaluation der Magensondenlage nach deren Einlage stehen mehrere „bedside“-Testverfahren zur Verfügung [2, 25-33]. Im Folgenden sollen einige dieser Testverfahren und deren Vor- und Nachteile kurz beschrieben werden.

2.3.1. Pflegediagnostischer Prozess

Der Patient wird während des Einlegens der Magensonde beobachtet. Hustet er dabei, zeigt er Zeichen einer akuten respiratorischen Verschlechterung oder sinkt die im Rahmen der allgemeinen klinischen Überwachung pulsoxymetrisch gemessene Sauerstoffsättigung, wird von einer Fehllage der Sonde ausgegangen und diese umgehend entfernt [34].

Bei dieser subjektiven Situationseinschätzung führen die erfahrungsabhängigen Wahrnehmungsunterschiede seitens der Untersucher und insbesondere bei kleinen Früh- und Neugeborenen die Möglichkeit von fehlenden Schutz- oder Hustenreflexen oder das Vorhandensein einer primären neurologischen Erkrankung des Patienten zu deutlichen Unterschieden in der Zuverlässigkeit der Methode.

2.3.2. Auskultation

Nach Platzieren der Magensonde wird Luft über diese insuffliert und gleichzeitig über dem Epigastrium mit Hilfe eines Stethoskopes auskultiert. Kann ein gurgeldes Geräusch gehört werden, wird dies als Zeichen für eine korrekte Sondenlage gewertet.

In der Literatur wird die Spezifität bezüglich Unterscheidung gastrischer vs. pulmonaler, oesophagealer oder intestinaler Positionierung dieser Methode mit 6.3% angegeben, weshalb sie im Sinne einer Evidenz basierten Medizin nicht mehr angewendet werden sollte [2, 35].

2.3.3. Inspektion des Magenaspirates

Nach Einlegen der Magensonde wird über diese Magensaft aspiriert und das so gewonnene Material optisch interpretiert. Mageninhalt wird z.B. anhand gefundener Nahrungsreste und der Farbe des gewonnenen Materials identifiziert. Mageninhalt ist kostabhängig und kann zudem ein breites Spektrum von Farben haben, die teilweise auch Ähnlichkeit mit pulmonal gewonnener Flüssigkeit aufweisen. Auch die Differenzierung zwischen Inhalt vom Magen und proximalen Darmabschnitten stellt sich als problematisch dar. Insbesondere wenig erfahrenen Untersuchern ist diese subjektive Untersuchungsmethode somit von geringem Nutzen bei der Bestimmung der korrekten Lokalisation der Sondenspitze [34].

2.3.4. pH-Bestimmung aus dem Magenaspirat

Der pH-Wert von via Magensonde gewonnenen Material wird mit gängigen Papierteststreifen oder mit Hilfe eines pH-Monitors gemessen. Bei erwachsenen Patienten gilt, dass bei einem pH von ≤ 4 von einer korrekt im Magen liegenden Sonde ausgegangen wird [24].

Bei Kindern weist diese Methode eine Sensitivität von 85% für korrekt liegende Magensonden auf. Sie kann jedoch nur 25% der Fälle einer ausserhalb des Magens liegenden Sonde als solche detektieren [26]. Ob in der Neonatologie identische Grenzwerte ($\text{pH} < 4$) für eine Sondenlage im Magen gelten ist in der Literatur nicht vollständig geklärt [31]. Die Gabe von Medikamenten, darunter Antazida oder Protonenpumpeninhibitoren und Prokinetika können die Aussagekraft dieses Tests zusätzlich beeinflussen.

Die Bestimmung der Sondenlage alleine Anhand der oben genannten Methode ist für den klinischen Alltag zu ungenau.

2.3.5. CO₂-Messung (Kapnometrie)

Um die mit der grössten Gefahr ernsthafter Komplikationen behaftete Fehllage einer Magensonde, die versehentliche Einlage in den Respirationstrakt des Patienten zu detektieren kann der CO₂-Fluss an der proximalen Öffnung der Magensonde gemessen werden. Bei Erwachsenen stellt dies eine etablierte Methode dar [36, 37]. Die Anwendbarkeit in der Neonatologie wird derzeit erforscht [38].

Als Nachteil der Kapnometrie ist zu nennen, dass mit dieser Methode keine genaueren Aussagen über nicht im Respirationstrakt liegende Sondenspitzen gemacht werden können. Dies macht eine genauere Positionsbestimmung mit dieser Methode unmöglich.

2.3.6. Sonografische Darstellung

Die Positionsbestimmung von enteralen Magensonden mit Hilfe eines modern ausgerüsteten mobilen Ultraschallgerätes wird bei Erwachsenen und Kindern als vielversprechend beschrieben [39-41]. Die sonografische Darstellung einer Magensondenspitze durch einen radiologisch nicht geschulten Untersucher wird bei erwachsenen Intensivmedizinpatienten in der Literatur mit einer Sensitivität von 97%

angegeben [42]. Über die Aussagekraft und die Durchführbarkeit in der Neonatologie existieren keine Studien. Allerdings existiert zumindest eine Fallbeschreibung, in welcher eine falsch liegende Magensonde sonografisch detektiert wurde [43].

2.3.7. Radiologische Darstellung

Die vorab beschriebenen Testverfahren zur Lagekontrolle von oro- oder nasogastrischen Magensonden weisen somit alle eine fraglich ausreichende Sensitivität und Spezifität auf oder sind im klinischen Alltag noch nicht etabliert [5, 26-32].

Die radiologische Beurteilung der Sondenlage in der klassischen a.-p. Röntgenuntersuchung, wie sie im neonatologischen Alltag am gebräuchlichsten ist hat sich in mehreren Studien als Goldstandard zur Bestimmung der Sondenlage erwiesen [6, 33].

Meist kann und wird die Sondenposition als „Zusatzbefund“ in einem Röntgenbild erhoben, das aus einer anderen klinischen Indikation angefertigt wurde. Solche Indikationen können zum Beispiel der klinische Verdacht auf ein Atemnotsyndrom des Neugeborenen oder Kontrollaufnahmen nach Einlage von Thoraxdrainagen oder nach endotrachealer Intubation sein.

Aus Strahlenschutzgründen wird die radiologische Kontrolle der Sondenlage nur in Situationen herbeigezogen, in denen die Strahlenbelastung für den Patienten aufgrund einer klinischen Dringlichkeit in Kauf genommen wird. Dies beinhaltet zum Beispiel auch den klinischen Verdacht auf das Vorliegen einer der oben genannten Komplikationen die mit einer Sondenfehlage einhergehen können [6-17].

Ein röntgendichter Streifen, der in die Wand der gebräuchlichen Magensonden eingearbeitet ist, dient dabei in den angefertigten Röntgenaufnahmen als Orientierungshilfe. Häufig beschränkt sich die Angabe der Magensondenlage anhand seiner Projektion auf die Anatomie des Gastrointestinaltraktes z.B. als „in situ“ oder als „nicht korrekt liegend“.

Standardisierte Beurteilungskriterien zur genauen Sondenlage werden im klinischen

Alltag kaum angewendet.

Weibley hat 1987 ein Beurteilungsschema zur Beurteilung von Sondenpositionen entwickelt [22]. Es beschreibt die Lage der Sondenspitze anhand verschiedener gut sichtbarer Landmarken wie z.B. des Zwerchfells, der Magenblase, etc. im a.p.-Röntgenbild des Neugeborenen. Dieses Schema wurde für die vorliegende Studie erweitert und ist im Kapitel 4.5.1. „Beurteilungssystem“ näher erläutert.

In der kürzlich publizierten Studie von Quandt et al bei Früh- und Neugeborenen konnte gezeigt werden, dass die radiologische Beurteilung in 21% der Fälle allerdings keine definitive Aussage zur Sondenpositionierung liefern kann [44]. Es zeigt sich damit auch eine Diskrepanz zwischen Sensitivität bezüglich Sondenposition von nahezu 100% in der Literatur bei Erwachsenen und grösseren Kindern gegenüber der von nur 79% in der oben genannten Studie bei Neugeborenen. Als eine der möglichen Erklärungen für diese Diskrepanz wurde von den Autoren zum Einen genannt, dass üblicherweise in der Neonatologie ein Röntgenbild nur in der a.-p. Ebene angefertigt wird. Damit entfällt die zusätzliche Information zur dreidimensionalen Lokalisation der Sonde, welche durch eine zusätzliche seitliche Aufnahme gegeben wäre. Wie bereits erwähnt ist dieses Vorgehen aber im Sinne einer möglichst geringen Strahlenbelastung sinnvoll. In der genannten Studie wurde zudem die Hypothese geäußert, dass die Abwesenheit der physiologischen Luftblase im Magenfundus, welche im konventionellen Röntgenbild als Kontrast dienen kann, ein wesentlicher Faktor für die nicht genaue Lokalisation der Sondenpositionen ausmachen könnte.

3. FRAGESTELLUNG DER STUDIE

Die Tatsache, dass das a.-p. Röntgenbild, der aktuelle Goldstandard zur Bestimmung einer Magensondenposition in der Neonatologie in 21% keine definitive Aussage zulässt, veranlasste zur Initiation der aktuellen Studie. Für die aktuelle Studie formuliert sich die Hypothese, dass die Insufflation von Luft über eine liegende Magensonde die Aussagekraft der Untersuchung bezüglich Lagebestimmung der Magensonden verbessern könnte.

Die Verwendung von Luft hat sich in der Literatur als sicheres Kontrastmittel in der radiologischen Bildgebung zur genauen Lagebestimmung von PEG-Sonden (perkutane endoskopische gastrostomie-Sonden) erwiesen [45]. Teil der Fragestellung dieser Studie war es, zu klären ob das Einspritzen von Luft direkt vor Durchführung einer Röntgenaufnahme auch zur besseren Darstellung der Sondenpositionen bei Früh- und Neugeborenen führt.

Die Arbeitshypothesen formulierten sich somit wie folgt:

1. Das Einspritzen von 5-10ml Luft über die liegende Magensonde verbessert die Visualisierung des Magens und damit die Positionsbestimmung von Magensonden auf a.-p. Röntgenaufnahmen bei Früh- und Neugeborenen.
2. Der Anteil nicht bestimmbarer Magensondenpositionen lässt sich durch diese Intervention verringern.

Folgende Fragestellungen sollen im Rahmen der aktuellen Studie zudem bearbeitet werden:

1. Welcher prozentualer Anteil an nicht bestimmbar positionierten Magensonden-Positionen zeigt sich in den aktuellen Erhebungen?
2. Lässt sich der Anteil von nicht bestimmbar positionierten Magensondenpositionen im Vergleich zu den Voruntersuchungen aus der Studie von Quandt et al. (2009) senken?
3. Gibt es andere Einflussfaktoren (wie zum Beispiel endotracheale Intubation, Geschlecht, orogastrische oder nasogastrischer Applikationsweg), die die Magensondenpositionierung und eventuelle Komplikationen im Verlauf beeinflussen?

4. MATERIAL UND METHODEN

Bei der aktuellen Studie handelt es sich um eine prospektive Interventionsstudie. Sie wurde als Folgestudie auf eine im Jahr 2007 durchgeführte Studie initiiert. Erstere hatte retrospektiv unterschiedliche Magensondenpositionen im Standardröntgenaufnahme beim Früh- und Neugeborenen bestimmt [44]. Dabei war ein Beurteilungssystem etabliert worden, dass in erweiterter Form auch in der aktuellen Studie Anwendung fand (siehe Kapitel „4.5.1. Beurteilungssystem“). Die Probanden und Ergebnisse der Studie von 2007 dienten als Kontrollgruppe für die aktuell durchgeführte Studie.

4.1. Probanden

In die hier dargestellte Studie wurden sämtliche Patienten eingeschlossen, die im Zeitraum zwischen Februar und Oktober 2008 in der neonatologischen Klinik des Universitätsspitals Zürich hospitalisiert waren, bei denen eine Magensondenapplikation erfolgte und von denen ein konventionelles Röntgenbild des Thorax und Abdomens angefertigt worden war.

Ausschlusskriterium war eine bekannte Fehlbildung im Bereich des Pharynx oder des Oesophagus. Zu nennen sind hier insbesondere die Oesophagusatresie oder eine bekannte tracheo-oesophageale Fistel.

Vor Beginn der Studie erfolgte eine Überprüfung durch die Ethikkommission des Kinderspitals Zürich. Es bestanden keine ethischen Einwände zur Durchführung der Studie.

4.2. Verwendete Magensonden

Bei den verwendeten Magensonden handelte es sich um gebräuchliche Ernährungssonden aus Polyurethan der Firma „Unomedical“ von total 40cm Länge, mit einem Umfang zwischen 04 und 08 Charrière.

Diese wurden wie im Kapitel 2.2. beschrieben nach Längenabschätzung mittels NEX- oder MEX-Methode auf nasalem oder oralem Weg appliziert.

Ein Kriterium für die Wahl des einen oder anderen Zugangsweges war unter anderem die Situation der respiratorischen Unterstützung der Früh- und Neugeborenen. Bei Intubation wurden die Sonden nasal appliziert. Patienten, die via Continuous Positive Airway Pressure (CPAP) beatmet wurden, wurden mit einer oral applizierten Magensonde versorgt.

4.3. Die Röntgenuntersuchung

Die Indikation für eine radiologische Untersuchung der in die Studie eingeschlossenen Patienten wurde aufgrund klinischer Umstände gestellt (wie z.B. Kontrolle der Tubuslage in der Trachea, Atemnotsyndrom, etc.). Es erfolgten keine Röntgenaufnahmen zur alleinigen Kontrolle der Magensondenlage, was für die eingeschlossenen Patienten zu keiner zusätzliche Strahlenbelastung führte.

Bei der durchgeführten Untersuchung handelte es sich um ein als „Babygramm“ bekanntes konventionelles Röntgenbild, wobei der Thorax und das Abdomen des Patienten in einer einzigen Abbildung dargestellt sind. Während der Untersuchung liegt der Patient auf dem Rücken, der Kopf ist in Neutral-Null-Stellung, seine Arme und Beine werden durch einen Assistenten ausserhalb des Strahlenganges gehalten, welcher in a.-p. Richtung ausgerichtet ist.

4.4. Durchgeführte Intervention

Maximal 10 Sekunden vor Betätigung des Auslösers am Röntgengerät wurde den Probanden Luft mit Hilfe einer gewöhnlichen Einwegspritze in die Magensonde insuffliert. Das gewählte Luftvolumen betrug bei Frühgeborenen mit einem Körpergewicht unter 3 kg 5 ml und bei Termingeborenen über 3 kg 10ml.

Komplikationen nach dieser Intervention (beispielsweise Erbrechen oder respiratorische Verschlechterung), für die von einem Kausalzusammenhang zwischen ihrem Auftreten während der Untersuchung und der durchgeführten Intervention ausgegangen werden musste wurden dokumentiert und behoben.

4.5. Dokumentation der Sondenlage

Zu jeder Röntgenuntersuchung wurde vom verordnenden Arzt ein

Dokumentationsformular ausgefüllt (siehe auch Anhang, 9.1.). Darauf wurden die Patientendaten und Daten zum Röntgenbild, der Applikationsweg der Sonde, das Zeitintervall zwischen Intervention und Röntgenaufnahme, das Vorkommen von blutig tingiertem Magenrest und eventuelle andere Beobachtungen vermerkt. Die angefertigten Röntgenbilder wurden digital entwickelt und mit Hilfe der Krankenhaussoftware „KISIM“ des Universitätsspitals Zürich beurteilt. Die Lage der Magensondenspitze wurde mit Hilfe eines Beurteilungssystems evaluiert, dass sich an jenes der vorangehenden Studie von Quandt et al anlehnte [44].

4.5.1. Beurteilungssystem

Weibley et al beschrieben 1987 in einer Studie, die sich mit der Längenabmessung für Magensonden bei Frühgeborenen beschäftigt erstmals ein Beurteilungssystem für die radiologische Lagekontrolle von Magensonden bei Frühgeborenen [22]. Dabei wird die Lage der Sondenspitze oder deren seitlicher Öffnung im a.p.-Röntgenbild direkt anhand gastrointestinaler Strukturen identifiziert.

Quandt et al entwickelten bereits 2007 für die dieser Studie vorangehende Studie ein neues Beurteilungssystem, das an jenes von Weibley angelehnt ist und sich an anatomischen Landmarken orientiert, die im a.p.- Röntgen mit hoher Konstanz auffindbar sind [44].

Für die vorliegende Studie wurde das Beurteilungssystem von Quandt et al noch einmal leicht adaptiert. Zur genaueren Differenzierung sehr tiefer Magensondenfehlagen wurde das Beurteilungssystem um eine weitere Sondenposition, die Fehllage mit Sondenspitze in der Pylorusregion erweitert.

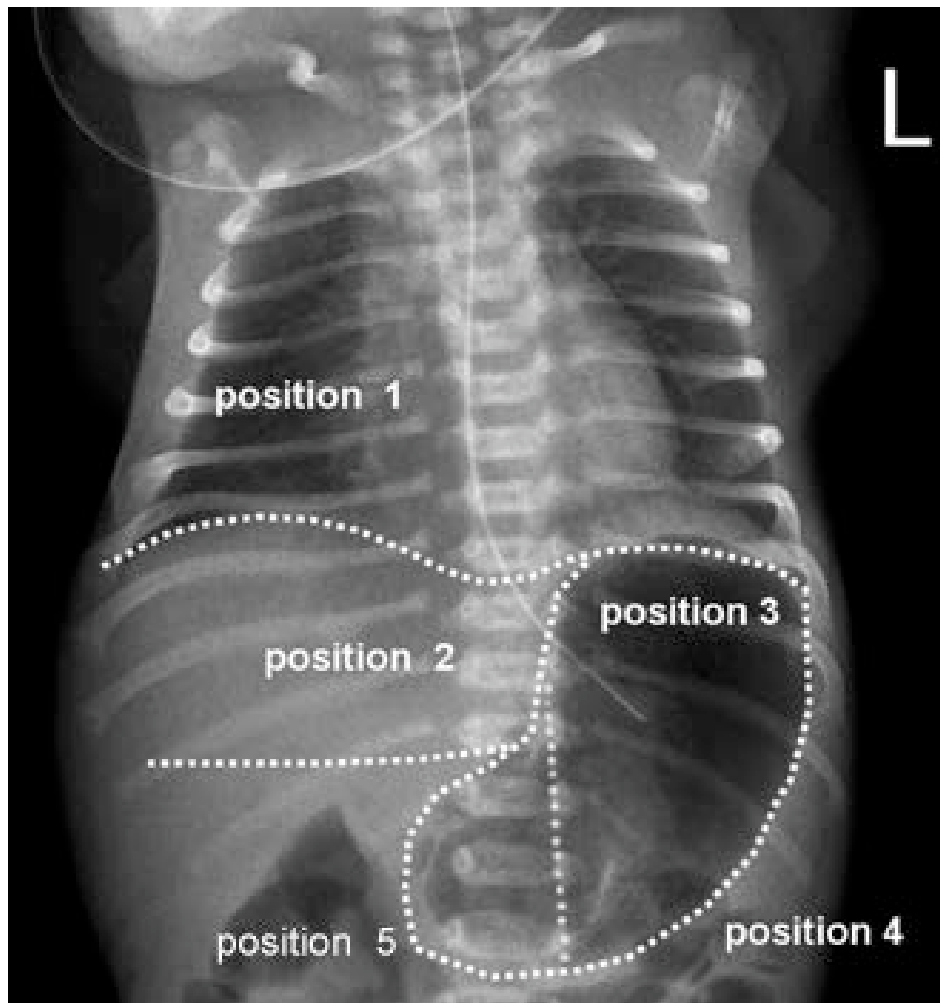
Dabei galt:

Pos. 0:	Die Sondenlage ist nicht beurteilbar
Pos. 1:	Die Sondenspitze liegt im Oesophagus und oberhalb des Diaphragmas.
Pos. 2:	Die Sondenspitze liegt im Oesophagus und unterhalb des Diaphragmas.
Pos. 3:	Die Sondenspitze liegt korrekt im Magenlumen.
Pos. 4:	Die Sondenspitze liegt der grossen Curvatur des Magens an.
Pos. 5:	Die Sonde ist in Richtung Pylorus gebogen oder geknickt und überschreitet eine von der Kardia ausgehende Linie, welche parallel zur Wirbelsäule liegt

Als korrekte Position wurden dabei die Magensonden der Position 3 beurteilt. Die Positionen 1 und 2 beschrieben eine zu hohe Sondenlage. Die Positionen 4 und 5 eine zu tiefe Sondenlage.

Als nicht beurteilbar (Pos. 0) galten Magensondenpositionen auf Röntgenbildern, auf denen die Sondenspitze, ihre seitlichen Öffnungen oder die in Referenz zu Ihrer Position benötigte anatomische Struktur (wie z.B. die Magenblase) nicht von umgebenden Strukturen abgegrenzt werden konnte.

Abb. 4.1.: Illustriert die verschiedenen Zonen im beschriebenen Beurteilungssystem im Babygramm (abgeändert nach Quandt)



4.6. Auswertung der Daten

Mögliche Risikofaktoren für Fehllagen wie Geschlecht, Gestationsalter, Geburtsgewicht, Art der Atmung bzw. Beatmung (mechanische Ventilation, CPAP oder Spontanatmung), Applikationsweg der Ernährungssonde (nasal oder oral) oder Vorhandensein von Blut im aspirierten Mageninhalt und damit assoziierte Komplikationen wurden mittels multinominaler Regressionsanalyse ausgewertet. Dafür wurden die Probanden in Subgruppen unterteilt, die sich anhand der Variablen Geschlecht (männlich vs. weiblich), Gestationsalter bei Geburt ($\leq 32 \frac{6}{7}$ SSW vs. > 33 . SSW), Geburtsgewicht ($\leq 1500\text{g}$ vs. $>1500\text{g}$) und „intratracheale Intubation“ (ja vs. nein), „blutiger Magenrest“ (ja vs. nein) und Applikationsweg (oral vs. nasal) unterschieden.

Um die Interrater- Reliabilität des Beurteilungssystems zu untersuchen, wurden die untersuchten Röntgenbilder von zwei unterschiedlichen Untersuchern bewertet. Zudem wurden sämtliche Röntgenbilder zu verschiedenen Zeitpunkten von einem der beiden Untersucher ein zweites Mal bewertet. Übereinstimmungen bezüglich der Inter- und Intrarater-Reliabilität wurden mit Hilfe des Cohens Kappa Test berechnet.

Der erhobene Datensatz wurde unter Zuhilfenahme der „Statistical Package for the Social Sciences“-Statistiksoftware (SPSS Version 16.01 für MAC in Deutsch) ausgewertet.

5. RESULTATE

5.1. Analysierte Röntgenbilder

Insgesamt wurden 153 Röntgenbilder nach oben genannter Intervention bei 105 unterschiedlichen Probanden angefertigt. Es gingen zwischen einem und fünf Bilder pro Proband in den beurteilten Datensatz ein. Dies entspricht durchschnittlich 1.46 Bildern pro Proband.

5.2. Analyse bezüglich Probandenkollektiv

In den folgenden Kapiteln wird das Kollektiv der Studie je nach Relevanz bezüglich Probanden (n=105) und/oder bezüglich erhobener Röntgenbilder (n=153) vorgestellt. Patientenbezogene Variablen werden demzufolge anhand der Patientendaten; Variablen, die sich im Verlaufe der Studie verändert haben (beispielsweise Intubation, Sondenweg, Sondenlage) werden nur bezüglich erhobener Röntgenbilder beschrieben.

5.2.1. Geschlecht

Von den 57 (= 54.3%) männlichen Probanden wurden insgesamt 75 (= 49 %) Röntgenbilder angefertigt, von den 48 (= 45.7%) weiblichen 78 (= 51%).

Tab. 5.1.: Geschlecht bezüglich Kollektiv:

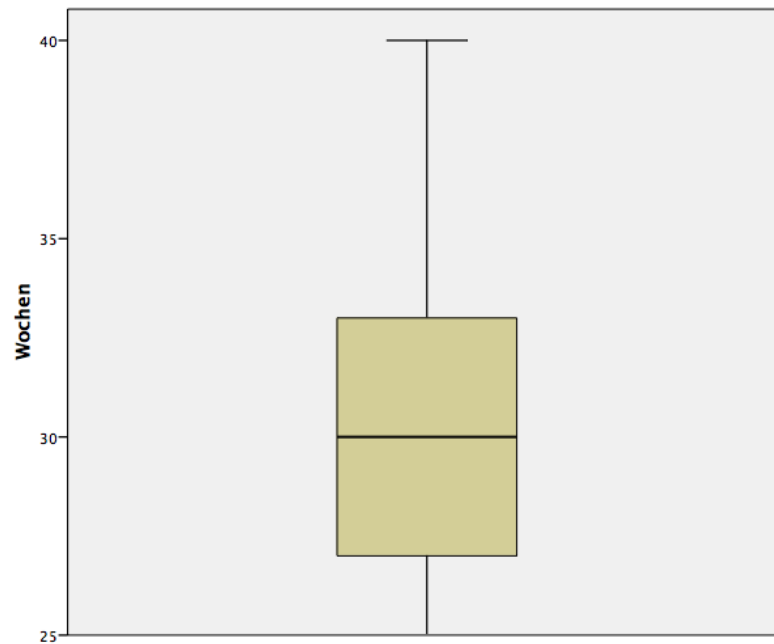
	Anzahl	Prozent
Männlich	57	54
Weiblich	48	46
Gesamt	105	100

5.2.2. Alter

Das durchschnittliche Gestationsalter der Probanden lag bei $31 \frac{3}{7}$ Wochen mit einer Verteilung von der 25. bis zur 42. SSW.

Dabei fielen 74% (n= 113) Röntgenaufnahmen in die Kategorie 25.-32. SSW und 26% (n= 40) in diejenige von $\geq 33 \frac{0}{7}$ SSW.

Tab. 5.2.: Altersverteilung des Patientenkollektivs



5.2.3. Gewicht

58 Probanden wogen bei Ihrer Geburt weniger als 1500g, 47 wogen 1500g oder mehr. Die Geburtsgewichte verteilten sich zwischen 530g und 2980g.

Tab. 5.3.: Gewichtsgruppen bezogen auf das Kollektiv (n=105)

	Anzahl	Prozent
< 1500g	58	55
≥1500g	47	45
Gesamt	105	100

5.2.4. Sondenweg

Der überwiegende Teil der Bilder (69.3%, n= 106) wurde von Patienten mit einer orogastrisch liegender Magensonde angefertigt.

Tab. 5.4. : Sondenweg bezüglich Bilder (n=153)

	Anzahl	Prozent
Oral	106	69
Nasal	47	31
Gesamt	153	100

5.2.5. Intubation

32% der Röntgenbilder (n= 49) wurden von endotracheal intubierten Probanden und 68% von nicht intubierten Probanden (n= 104) untersucht.

Tab. 5.5. : Intubationssituation bezüglich Bilder (n=153)

	Anzahl	Prozent
Ja	49	32
Nein	104	68
Gesamt	153	100

5.3. Beobachtete Sondenpositionen

Zur besseren Übersicht werden im Folgenden nur die gefundenen Sondenpositionen eines der beiden Untersucher erläutert.

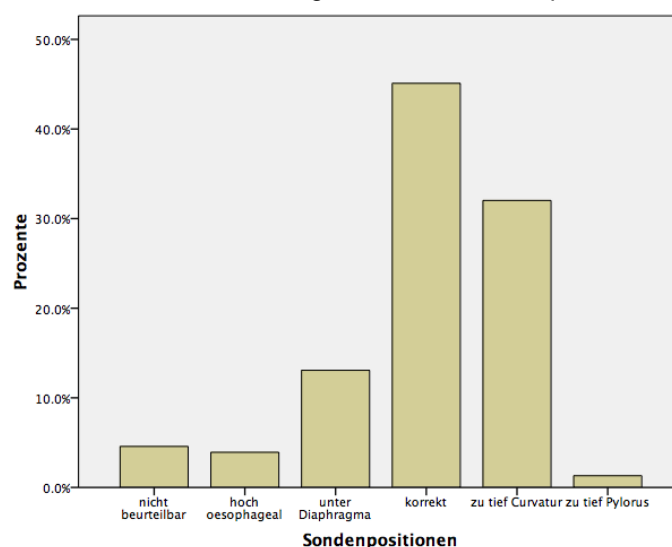
Im Anhang (Kapitel „9.3. Weitere beobachtete Sondenpositionen“) werden die erhobenen Datensätze der Vollständigkeit halber gesondert nach Untersucher anhand von Tabellen illustriert.

In 95% der Röntgenbilder (n= 145) konnte eine klare Aussage bezüglich Sondenposition gemacht werden.

Dabei wurden folgende Beobachtungen gemacht (Prozentzahlen gerundet):

4% (n= 6) der Sonden lagen zu hoch im Oesophagus des Probanden (Pos. 1). 14% (n= 21) waren nicht tief genug eingeführt worden, ihre Spitze kam im distalen Oesophagus (Pos. 2) zu liegen. 47% (n= 68) der Ernährungssonden wurden als im Magenlumen endend und somit korrekt liegend beurteilt worden (Pos. 3). 33% (n= 48) der Fehllagen wiesen eine zu tiefe Sondenlage entsprechend der Pos. 4 auf. 1% (n= 2) der Sonden waren so weit in den Gastrointestinaltrakt vorgeschoben worden, dass sich Ihre Spitze im Röntgenbild in die Nähe des Pylorus (Pos. 5) abbildete. Es wurden keine Fehllagen außerhalb des Gastrointestinaltraktes beobachtet.

Abb 5.6. illustriert die gefundenen Sondenpositionen



5.4. Einflussfaktoren auf die Sondenlage

Acht der 153 untersuchten Röntgenbilder wiesen die Position 0 auf und wurden deshalb aus den weiteren Analyse ausgeschlossen.

Da nur zwei Röntgenbilder die Position 5 zeigten, wurden sie, um Fehler bei der statistischen Beurteilung zu vermeiden, den Fällen mit Sondenposition 4 als: "Zu tiefe Sondenlage" zugeordnet.

Bei den so 145 beurteilbaren Röntgenbildern konnte mittels nominaler Regressionsanalyse für keinen der beobachteten Faktoren (Geschlecht, Gestationsalter, Geburtsgewicht, orale- oder nasale Applikation der Magensonde, Intubation,) eine statistisch signifikante Korrelation mit der beobachteten Sondenposition gefunden werden.

Die Tabellen 5.7. bis 5.11. illustrieren die Resultate, die für die beiden zu hohen- (Pos. 1 und 2) sowie für zu tiefe Sondenlage (Pos. 4) ermittelt wurden. Als Referenzkategorie diente hierbei die korrekte Sondenlage (Pos. 3)

Tab. 5.7. Geschlecht als Einflussfaktor auf die Sondenposition:

	95%-Konfidenzintervall			p
	OR	UG	OG	
Pos. 1	.734	.119	4.54	.74
Pos. 2	1.123	.4	3.151	.825
Pos. 4	.612	.281	1.333	.217

OR: Odds ratio, UG: Untergrenze, OG: Obergrenze, p: Signifikanzwert

Tab 5.8. Altersgruppe als Einflussfaktor auf die Sondenposition:

	95%-Konfidenzintervall			p
	OR	UG	OG	
Pos. 1	1.214	.095	15.527	.881
Pos. 2	.134	.134	3.882	.701
Pos. 4	.96	.96	10.726	.058

OR: Odds ratio, UG: Untergrenze, OG: Obergrenze, p: Signifikanzwert

Tab. 5.9. Gewichtsgruppen als Einflussfaktor auf die Sondenposition:

	95%-Konfidenzintervall			p
	OR	UG	OG	
Pos. 1	1.214	.011	2.556	.199
Pos. 2	.72	.224	5.961	.862
Pos. 4	3.21	.271	2.264	.652

OR: Odds ratio, UG: Untergrenze, OG: Obergrenze, p: Signifikanzwert

Tab. 5.10. Sondenweg (oral oder nasal) als Einflussfaktor auf die Sondenposition:

	95%-Konfidenzintervall			p
	OR	UG	OG	
Pos. 1	.13	.001	22.524	.438
Pos. 2	.187	.009	3.943	.281
Pos. 4	.403	.03	5.442	.162

OR: Odds ratio, UG: Untergrenze, OG: Obergrenze, p: Signifikanzwert

Tab. 5.11. Intubation als Einflussfaktor auf die Sondenposition:

	95%-Konfidenzintervall			p
	OR	UG	OG	
Pos. 1	1.009	.006	168.791	.997
Pos. 2	.187	.009	3.943	.281
Pos. 4	.16	.012	2.089	.162

OR: Odds ratio, UG: Untergrenze, OG: Obergrenze, p: Signifikanzwert

5.5. Blutige Magenreste

In 20 Fällen (13.7.%) wurde bei den Probanden blutige Magenreste vorgefunden.

Bei den Patienten mit zu tiefer Sondenlage war das Vorkommen eines blutigen Magenaspirates erhöht (OR: 3.631, 95%-Konfidenzintervall 1.271-10.37, **p= 0.016**)

Tab 5.12. Inzidenz blutiger Magenreste im Bezug zur Sondenposition

		Magenrest blutig?		
		ja	nein	gesamt
Sondenposition	1: Sonde zu hoch (über Horizontallinie durch Diaphragmakuppen)	0	6	6
	2: Sonde zu hoch (unter Horizontallinie durch Diaphragmakuppen)	1	20	21
	3: Korrekte Sondenlage (in Magenblase)	6	62	68
	4: Sonde zu tief (grosser Curvatur anliegend/zum Pylorus gebogen)	13	37	50
	Gesamt	20	125	145

5.6. Komplikationen

Komplikationen, die mit der durchgeführten Intervention in Verbindung hätten gebracht werden können, wurden dokumentiert.

Im Rahmen der Datenerhebung kam es jedoch zu keinen aussergewöhnlichen Vorkommnissen wie z.B. respiratorischen Komplikationen, Erbrechen, Ernährungsproblemen, übermässig geblähtes Abdomen, Organverletzungen oder anderen für die Probanden als gefährlich zu wertenden Ereignissen, die mit der Intervention in einen Kausalzusammenhang hätten gebracht werden können.

5.7. Intra- und Interrater Reliabilität

Sowohl die Intrarater- als auch die Interrater Reliabilität beliefen sich, berechnet mit dem Cohens Kappa Test jeweils auf 0.96.

6. DISKUSSION

6.1. Verbesserung der Visualisierung von Magensondenlagen durch die vorgenommene Intervention

Aus der 2009 publizierte Voruntersuchung von Quandt et al [44], welche die Aussagekraft des a.-p. Röntgenbildes bezüglich Sondenposition bei Früh- und Neugeborenen beobachtete ging hervor, dass in 21% keine genaue Aussage über die Position der Magensondenspitze gemacht werden konnte.

Im Vergleich dazu war nach der hier durchgeführten Intervention in nur 5% ($n=7.5$, errechneter Durchschnitt aus dreifacher Beurteilung) der beurteilten Röntgenbilder keine exakte Aussage bezüglich der Position der Sondenspitze möglich.

Im Vergleich zum Kontrollkollektiv ohne Intervention zeigte sich somit eine hochsignifikante ($p=0.002$) Reduktion der nicht beurteilbaren Magensondenlagen. Die Aussagekraft und damit die Sensitivität des bildgebenden Verfahrens hat sich mit der durchgeführten Intervention von 79% auf 95% verbessert.

6.2. Korrelation zwischen Sondenlage und den untersuchten Einflussfaktoren

In der Literatur wird in unterschiedlichen Studien eine Korrelation zwischen Geschlecht, Alter, Sondenweg, Intubation und der Lage von Magensonden beschrieben. Limitierend hierzu ist zu nennen, dass es keine spezifische Untersuchungen betreffend der Einflussfaktoren auf die Magensondenposition bei Früh- und Neugeborenen gibt. Es wurden zumeist ein Patientenkollektiv mit einer Altersspanne von bis zu mehreren Lebensjahren untersucht oder das Studienkollektiv bestand aus Erwachsenen [23].

Ellett et al führten 1998 eine Studie durch, die sich mit dem Vorkommen von Fehlpositionierungen und damit vergesellschafteten Risikofaktoren auseinandersetzte [13]. Dabei konnten wurde, neben verschiedenen anderen Einflussfaktoren wie beispielsweise dem Patientenalter postuliert, dass der orogastrische Sondenweg im Vergleich zum nasogastrischen mit einer höheren Wahrscheinlichkeit für eine Fehllage vergesellschaftet ist. Als denkbarer Grund dafür wurde ein höherer Schwierigkeitsgrad bei der Einlage orogastraler Sonden genannt.

In der vorliegenden Arbeit konnten wir zeigen, dass weder zwischen dem Patientenalter, noch zwischen dem gewählten Sondenweg und einer zu hohen Sondenposition eine Korrelation besteht.

Quandt et al beschrieben in einer 2009 publizierten Studie eine höhere Rate von zu tief liegenden Magensonden bei intubierten Patienten, was in der aktuellen Studie nicht reproduziert werden konnte [44].

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass für keinen der untersuchten Faktoren (Geschlecht, Gestationsalter, Geburtsgewicht, orale- oder nasale Applikation der Magensonde, Intubation) ein signifikanter Einfluss auf eine zu hohe oder zu tiefe Magensondenposition gefunden werden konnte. Möglicherweise sind Studien mit grösseren Studienkollektiven notwendig, um Klarheit über die oben genannten Einflussfaktoren zu bringen.

6.3. Korrelation zwischen blutigem Magenrest und zu tiefer Sondenlage.

Als dritte Studienfrage war die Frage nach Einflussfaktoren bezüglich Position und/oder Komplikationen formuliert.

Da bei den Patienten mit zu tiefer Sondenlage ein deutlich erhöhtes Vorkommen eines blutigen Magenaspirates festgestellt wurde, legitimiert diese Beobachtung die Klassifikation der Positionen 4 und 5 als korrekturbedürftige Fehllagen.

Pathophysiologisch käme ein Kratzen oder Ausüben von Druck durch die der Magenwand anliegende Sondenspitze in Frage, die eine konsekutive Erosion der Mukosa oder in unglücklicheren Fällen gar eine Perforation der Magenwand nach sich ziehen könnte.

Dies würde die Position 4 und allenfalls die Position 5 als Fehllagen von Magensonden definieren. Bei Entdecken einer solchen Fehllage sollte das Zurückziehen der Ernährungssonde als korrigierende Massnahme erfolgen.

Als limitierender Faktor zu dieser Aussage muss genannt sein, dass im Versuchsaufbau der hier beschriebenen Studie keine Gastroskopie zur genauen Klärung der Umstände, die zum Beobachten von blutigem Magenaspirat geführt haben (beispielsweise Vorhandensein, Lage oder Anzahl von Ulzerationen der Magenschleimhaut) durchgeführt wurde.

Auch Analysen, ob das aspirierte Blut vom Kind selber oder beispielsweise im Rahmen einer eventuellen Uterotomie bei Sektio cesarea von der Mutter stammte, wurden nicht durchgeführt.

Die in der beschriebenen Studie angewendete MEX- respektive NEX-Methode zur initialen Längenabmessung hatte in 53% der beobachteten Fälle eine verbesserungswürdige Magensondenposition zur Folge. In 34% wurde eine zu tiefe-, in 24% eine zu hohe Positionierung beobachtet (Prozentzahlen gerundet).

In der Literatur werden diverse Modelle zur Längenabmessung von Magensonden als diesen Methoden überlegen beschrieben [4, 23].

Sie basieren auf interindividuell verschiedenen Parametern wie Geschlecht, Körperlänge und Alter und könnten leicht mit Hilfe von Nomogrammen anwendbar sein.

Für Früh- und Neugeborene existierten jedoch zum Zeitpunkt der Untersuchung keine allgemein akzeptierten Formeln zur Längenabmessung von Magensonden. Weiterführende Studien, die sich mit einer optimierten Längenabmessung vor Einbringen von Magensonden bei Früh- und Neugeborenen beschäftigen, wären sinnvoll um diesen Umstand zu verbessern.

6.4. Ausblick

Die Tatsache, dass über 50% der beobachteten Magensonden als nicht korrekt im Magenumen endend beurteilt wurden, zeigt deutlich auf dass bei der korrekten Applikation von Magensonden bei Früh- und Neugeborenen ein Verbesserungspotential besteht.

Alternativ zur Röntgenuntersuchung wird von verschiedenen Autoren die sonographische Detektion der Magensondenposition als vielversprechend angesehen, was wegen mangelnder Röntgenstrahlung und der zunehmenden Verfügbarkeit kleiner portabler Ultraschallgeräte eine valable Diagnosetechnik darstellen könnte [39-43].

Es wurde ein signifikanter Zusammenhang zwischen zu tief liegenden Magensonden und blutigem Magenrest gefunden. Dabei wurde jedoch die genaue Herkunft des aus dem Magen der einzelnen Probanden asservierten Blutes nicht genauer erörtert. Im Rahmen von Folgestudien könnte versucht werden die genaue Ursache dieses Zustandes näher zu untersuchen. Dies insbesondere, da in der Literatur wiederholt

schwerwiegende Komplikationen im Zusammenhang mit Organperforationen durch Ernährungssonden beschrieben werden [8, 12, 19].

7. SCHLUSSFOLGERUNG

Die Insufflation von Luft als Kontrastmittel im klassischen a.p. Röntgenbild von Früh- und Neugeborenen kann die Aussagekraft bezüglich Magensondenposition verbessern. Die Intervention war einfach und ohne klinisch erkennbare Komplikationen durchführbar.

Seit vielen Jahrzehnten wird bereits im Rahmen der „Auskultationsmethode“, ohne klinische Bedenken Luftinsufflation in Patienten zur Bestimmung von Sondenlagen durchgeführt und hat sich auch in der Literatur als ungefährlich gezeigt [45].

Die Inter- und Intrarater Reliabilität des Beurteilungssystems waren jeweils hoch, dies bestätigt die hohe Reproduzierbarkeit dieser Untersuchung zur Lagebestimmung von Magensonden.

In der Folge daraus wird die standardisierte Durchführung dieser Intervention vom Autor als durchaus praktikabel, sicher und auch sinnvoll evaluiert.

In zukünftigen Studien sollten weitere Untersuchungen, insbesondere die Längenabmessung von Magensonden, sowie die Möglichkeit aussagekräftiger, nichtinvasiver Untersuchungsmethoden wie beispielsweise die Ultraschalluntersuchung zur Lagebestimmung von Magensonden bei Früh- und Neugeborenen durchgeführt werden.

8. LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Axelrod D, Kazmerski K, Iyer K Pediatric enteral nutrition. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2006 Jan-Feb;30(1 Suppl):S21-6.
- [2] Ersch J, Baenziger O, Bernet V, Bucher HU. Feeding problems in preterm infants of preeclamptic mothers. *J Paediatr Child Health.* 2008 Nov;44(11):651-5. Epub 2008 Aug 19.
- [3] Gordon B. Avery, Mhairi G. MacDonald, Mary M. K. Seshia, Martha D. Mullett. Avery's neonatology: pathophysiology & management of the newborn. *textbook 6th ed.* kap. 23(s. 363 ff) ISBN-10: 0781746434
- [4] Beckstrand J, Cirgin Ellett ML, McDaniel A. Predicting internal distance to the stomach for positioning nasogastric and orogastric feeding tubes in children. *J Adv Nurs.* 2007 Aug;59(3):274-89. Epub 2007 Jun 21.
- [5] Farrington M, Lang S, Cullen L, Stewart S. Nasogastric tube placement verification in pediatric and neonatal patients. *Pediatr Nurs.* 2009;Jan-Feb; 35(1):17-24. Erratum in: *Pediatr Nurs.* 2009;Mar-Apr;35(2):85.
- [6] Weinberg L, Skewes D. Pneumothorax from intrapleural placement of a nasogastric tube. *Anaesth Intensive Care* 2006 Apr;34(2):276-9.
- [7] Wynne DM, Borg HK, Geddes NK, et al. Nasogastric tube misplacement into Eustachian tube. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2003 Feb;67(2):185-7.
- [8] Filippi L, Pezzati M, Poggi C. Use of polyvinyl feeding tubes and iatrogenic pharyngo-oesophageal perforation in very-low-birthweight infants. *Acta Paediatr.* 2005;Dec.94(12):1825-
- [9] Crisp CL. Esophageal nasogastric tube misplacement in an infant following laser supraglottoplasty. *J Pediatr Nurs.* 2006;21(6):454-5.
- [10] Kairamkonda VR. A rare cause of chylo-pneumothorax in a preterm neonate. *Indian J Med Sci.* 2007;61:476-7.
- [11] Khilnani P. Errors in placement of enteral tubes in critically ill children: are we foolproof yet? *Pediatr Crit Care Med.* 2007 Mar;8(2):193-4.
- [12] Metheny NA, Meert KL, Clouse RE. Complications related to feeding tube placement. *Curr Opin Gastroenterol.* 2007;23(2):178-82.
- [13] Ellett ML, Maahs J, Forsee S. Prevalence of feeding tube Prevalence of feeding tube placement errors & associated risk factors in children. *MCN Am J Matern Child Nurs.* 1998 Sep-Oct;23(5):234-9.
- [14] Ellett ML, Beckstrand J. Examination of gavage tube placement in children. *J Soc Pediatr Nurs.* 1999 Apr-Jun;4(2):51-60.
- [15] Metheny NA. Preventing respiratory complications of tube feedings: evidence-based practice. *Am J Crit Care.* 2006 Jul;15(4):360-9.

- [16] Metheny NA, Clouse RE, Chang YH, et al. Tracheobronchial aspiration of gastric contents in critically ill tube-fed patients: frequency, outcomes, and risk factors. *Crit Care Med* 2006; 34:1007–1015.
- [17] Metheny NA. Preventing respiratory complications of tube feedings: evidence-based practice. *Am J Crit Care*. 2006 Jul;15(4):360-9.
- [18] Gharpure V, Meert KL, Sarnaik AP, et al. Indicators of postpyloric feeding tube placement in children. *Crit Care Med*. 2000 Aug; 28(8):2962-6.
- [19] Gluer S, Schmidt AI, Jesch NK, et al. Laparoscopic repair of neonatal gastric perforation. *J Pediatr Surg* 2006; 41:e57–e58.
- [20] Rahimi-Movaghar V, Boroojeny SB, Moghtaderi A, et al. Intracranial placement of a nasogastric tube: a lesson to be re-learned? *Acta Neurochir (Wien)* 2005; 147:573–574.
- [21] Gallaher KJ, Cashwell S, Hall V, et al. Orogastric tube insertion length in very low birth weight infants. *J Perinatol*. 1993 Mar-Apr; 13(2):128-31.
- [22] Weibley TT, Adamson M, Clinkscales N, et al. Gavage tube insertion in the premature infant. *Matern Child Nurs*. 1987; 12:24–27.
- [23] Marsha L. Cirgin et al. Predicting the Insertion Distance for Placing Gastric Tubes. *Clinical Nursing Research*, Vol. 14, No. 1, 11-27 (2005)DOI: 10.1177/1054773804270919
- [24] Metheny, N. (1988). Measures to test placement of nasogastric and nasointestinal feeding tubes: A review. *Nursing Research*, 37(6), 324-329.
- [25] Shiao SY, DiFiore TE. A survey of gastric tube practices in level II and level III nurseries. *Issues Compr Pediatr Nurs*. 1996; 19 (3):209-20.
- [26] Ellett ML, Croffie JM, Cohen MD, Perkins SM. Gastric tube placement in young children. *Clin Nurs Res*. 2005 Aug; 14(3):238-52.
- [27] Westhus N. Methods to test feeding tube placement in children. *MCN Am J Matern Child Nurs*. 2004 Sep-Oct; 29(5):282-7; quiz 290-1.
- [28] Bliss DZ. pH and concentration of bilirubin in feeding tube aspirates as predictors of tube placement. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2000 May-Jun; 24(3):187-8
- [29] Metheny NA, Stewart BJ, Smith L, et al. pH and concentrations of pepsin and trypsin in feeding tube aspirates as predictors of tube placement. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 1997 Sep-Oct; 21(5):279-85.
- [30] Metheny NA, Titler MG. Assessing placement of feeding tubes. *Am J Nurs*. 2001; 101:36–45.
- [31] Huffman S, Pieper P, Jarczyk KS, et al. Methods to confirm feeding tube placement: Application of research in practice. *Pediatr Nurs*. 2004; 30:10–13.
- [32] Metheny N, Wehrle MA, Wiersema L, et al. Testing feeding tube placement: Auscultation vs. pH method. *Am J Nurs*. 1998; 98:37–42.

- [33] Ellett ML. What is known about methods of correctly placing gastric tubes in adults and children. *Gastroenterol Nurs*. 2004; Nov-Dec; 27(6):253-9; quiz 260-1
- [34] Richardson DS, Branowicki PA, Zeidman-Rogers L, et alMahoney J, MacPhee M., An evidence-based approach to nasogastric tube management: special considerations. *J Pediatr Nurs*. 2006 Oct; 21(5):388-93.
- [35] Neumann MJ, Meyer CT, Dutton JL, Smith R., Hold that x-ray: aspirate pH and auscultation prove enteral tube placement. *J Clin Gastroenterol*. 1995 Jun; 20(4):293-5.
- [36] Burns SM, Carpenter R, Truitt JD. Report on the development of a procedure to prevent placement of feeding tubes into the lungs using end-tidal CO2 measurements. *Critical Care Medicine* 2001; 29(5): 936–939.
- [37] Thomas BW, Falcone RE. Confirmation of nasogastric tube placement by colorimetric indicator detection of carbon dioxide: a preliminary report. *J Am Coll Nutr*. 1998
- [38] Ellett ML, Woodruff KA, Stewart DL. The use of carbon dioxide monitoring to determine orogastric tube placement in premature infants: a pilot study. *Gastroenterol Nurs*. 2007 Nov-Dec; 30(6):414-7.
- [39] Maruyama K, Shiojima T, Koizumi T. Sonographic detection of a malpositioned feeding tube causing esophageal perforation in a neonate. *J Clin Ultrasound*. 2003; Feb;31(2):108-10.
- [40] Gubler C, Bauerfeind P, Vavricka SR, Mullhaupt B, Fried M, Wildi SM. Bedside sonographic control for positioning enteral feeding tubes: a controlled study in intensive care unit patients. *Endoscopy*. 2006 Dec;38(12):1256-60
- [41] Greenberg M, Bejar R, Asser S. Confirmation of transpyloric feeding tube placement by ultrasonography. *J Pediatr*. 1993 Mar; 122(3):413-5.
- [42] Vigneau C, Baudel JL, Guidet B, et al. Sonography as an alternative to radiography for nasogastric feeding tube location. *Intensive Care Med*. 2005 Nov; 31(11):1570-2. Epub 2005 Sep 20.
- [43] Maruyama K, Shiojima T, Koizumi T. Sonographic detection of a malpositioned feeding tube causing esophageal perforation in a neonate. *J Clin Ultrasound*. 2003 Feb;31(2):108-10.
- [44] Quandt D, Schraner T, Bucher HU, et al. Malposition of feeding tubes in neonates: is it an issue? *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2009; May;48(5):608-11.
- [45] Burke DT, El Shami A, Heinle E, et al. Comparison of gastrostomy tube replacement verification using air insufflation versus gastrograffin. *Arch Phys Med Rehabil*. 2006; Nov;87(11):1530-3.
- [46] de Aguilar-Nascimento JE, Kudsk KA. Clinical costs of feeding tube placement. *J Parenter Enteral Nutr* 2007 Jul-Aug;31(4):269-73.

9. ANHANG

9.1. Dokumentationsformular

Bitte immer ausfüllen, wenn ein Röntgenbild gemacht wird!

Dann direkt ins Fach von Philipp Meyer Schiffer!

Name, Vorname:

ODER HIER(GERNE)
ETIKETTE KLEBEN:

Geburtsdatum:

Röntgenaufnahme

Datum:

Uhrzeit:

Applikationsweg der Magensonde:

oral ☐ nasal ☐

Magensonde < **1Std. vor** Röntgen eingelegt:

ja ☐ nein ☐

Luft direkt vor Röntgen eingespritzt:

ja ☐ nein ☐

beachte: „spritzen“ + direkt „schiessen“

- TG >3kg = 10ml Luft
- FG und <3kg = 5ml Luft

Magenreste blutig tingiert:

ja ☐ nein ☐

Bemerkungen:

Vielen Dank für Eure Mühe.

Fragen: Daniel Quandt, daniel.quandt@kispi.uzh.ch

Philipp Meyer Schiffer, philipp.meyer@usz.ch

9.2. Weitere Beobachtete Sondenpositionen

Tab 9.1.: Sondenpositionen (Untersucher 1. 2.):

	Anzahl	Prozente (kummuliert)
Pos. 0	7	4.6
Pos. 1	6	8.5
Pos. 2	19	20.9
Pos. 3	71	67.3
Pos. 4	48	98.7
Pos. 5	2	100.0
Gesamt	153	

Tab 9.2. Sondenpositionen (Untersucher 2.1.):

	Anzahl	Prozente (kummuliert)
Pos. 0	8	5.2
Pos. 1	6	9.2
Pos. 2	21	22.9
Pos. 3	68	67.3
Pos. 4	48	98.7
Pos. 5	2	100.0
Gesamt	153	

10. Danksagung

Dank gilt dem gesamten Team der Neonatologischen Klinik im Universitätsspital Zürich, die mir bei der Planung, Durchführung und Korrektur der Dissertation hilfreich und geduldig zur Seite standen.

Hierbei besonders zu erwähnen sind Prof. H.-U. Bucher und den Dres. med.

Romaine Arlettaz-Mieth und Philipp Meyer.

Besonderer Dank gilt auch Dr. med. Daniel Quandt, dem Initiator der Studie und Betreuer dieser Dissertation.

Vielen lieben Dank all denen, die dazu beigetragen haben, mir meine Ausbildung zum Arzt möglich und attraktiv zu machen.

11. Curriculum Vitae

Egil August Brøns

Geboren am 2. Mai 1982. Bürger von Bure JU.

- | | |
|------------|---|
| 1989-1995: | Primarschule in Zürich Albisrieden (Schulkreis Letzi). |
| 1995-2002: | Kantonsschulen Wiedikon und Enge (Schwerpunkte: Wirtschaft und Recht, Ergänzungsfach: Bildnerisches Gestalten (S/W-Fotografie)). |
| 10/2010: | Staatsexamen der Humanmedizin und Erlangen des Arztdiploms |
| 2003-2010: | Beginn des Studiums der Zahnmedizin an der Universität Zürich, nach Abschluss der Vorklinik, Wechsel zur Humanmedizinischen Fakultät. |
| ab 2010: | Assistenzarzt in der Chirurgischen Klinik des Stadtspital Waid in Zürich |